

西藏措美县马扎拉岩金矿地球物理找矿方法初探

李应栩* 李光明 刘洪 张林奎 梁生贤 吴建阳

中国地质调查局成都地质调查中心 成都 610081

摘要: 马扎拉岩金矿位于扎西康整装勘查区西北角, 以往开展的通过圈定异常直接针对矿体的地球物理找矿工作收效甚微。2014 年, 结合地质测量成果, 重新确立了通过视电阻率联合剖面测量揭示含矿断裂隐伏部位, 配合音频大地电磁测深推断含矿断裂产状, 再进行工程验证与修正, 从而揭露矿体的方法。经 2015 年的中浅部验证, 在该矿区首次探获斜深超 100m 的矿体, 证实该方法适用于马扎拉构造蚀变岩型金矿的勘查。

1. 地质及以往地球物理工作概况

马扎拉岩金矿位于扎西康整装勘查区西北角, 地处雅鲁藏布江缝合带以南藏南拆离系主断裂以北的北喜马拉雅构造带(或称特提斯喜马拉雅)南部(潘桂棠等, 2009; 许志琴等, 2011)。区内出露的地层主体为中生界被动大陆边缘碎屑沉积岩, 局部夹规模不等的灰岩、火山岩等。区域构造主要由一系列的近东西向复式褶皱和断裂以及近南北向、北西向和北东向的断裂组成。侵入岩主要为与新生代淡色花岗岩和中生代辉绿岩、花岗闪长岩等(夏祥标等, 2012)。

新近完成的地质测量显示(李应栩等, 2014), 除第四系外, 马扎拉矿区出露的地层由下至上依次陆热组($J_{1-2}Z$)、遮拉组(J_2Z)、维美组(J_3W)和桑秀组(J_3K_1S) (图 1)。矿区早期在近南北向挤压作用下主要发育一系列近东西走向的北倾倒转褶皱和断裂, 并在后期叠加了一系列南北向、北西向和北东向具走滑性质的断裂, 形成了棋盘网格状构造格局(图 1)。大面积出露的马扎拉闪长玢岩体($K_1\delta$)分布于矿区西北部, 在中生界中还发育规模不等的岩脉。矿区除前期开发的含金富铋矿体外, 新发现的矿体均赋存于近东西向断裂中。含金富矿体的矿石主要为块状、稠密浸染状, 局部为脉状。新发现矿体的矿石类型分为蚀变碎裂岩型金矿石和石英-方解石脉型铋金矿石。金矿石主要为稀疏浸染状构造, 铋金矿石为脉状构造。矿石矿物为自然金和辉铋矿, 脉石矿物中的金属矿物为黄铁矿、毒砂及褐铁矿, 非金属矿物以石英和方解石为主, 其次为绢云母、白云母、绿泥石、绿帘石等。

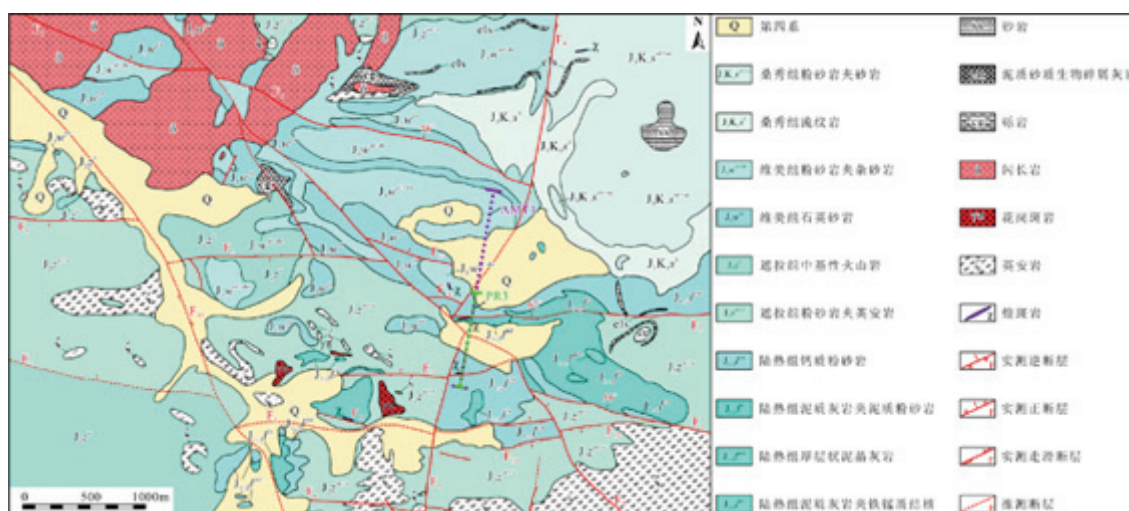


图 1 西藏措美县马扎拉岩金矿矿区地质图(据李应栩等, 2014)

1999 年的普查工作通过与已知含金富铋矿体的对比, 圈定了 3 个与已知矿体具有自然电位和电阻率相似性的异常区。2013 年的激电扫面工作以自然电位、视电阻率、视极化率参数圈出了 14 个呈北西向带

状展布的异常。但结合化探成果进行的钻探均未探获矿体。以上类比矿区已知矿体或同类矿体的电性参数以期发现隐伏矿体的尝试效果均不显著,表明矿区的物探找矿工作需要结合实际地质情况选用其他方法和手段。

3. 电法剖面测量与解译成果

(1) 电法剖面测量工作

通过地质测量和化探工作重新构建矿区构造格架并初步缩小靶区后,近垂直于含矿断裂走向布设了两条点距 60m 的音频大地电磁测深(AMT)剖面 and 三条点距 20m 的视电阻率联合测量(RP)剖面。其中,RP3 与 AMT1 部分重合并穿过 F3 和 F8 断裂,RP1 与 AMT2 部分重合并穿过 F1、F7、F8 断裂(图 1)。两种方法的剖面均穿过了矿区主要地层。

(2) 主要岩石电性参数

剖面测量穿过的地层单元所涉及的各类岩性均采取了用于室内视电阻率和极化率测量的样品,共 74 件。电性参数测试显示(表 1),可以通过高阻低极化的特征识别断裂空间赋存的具有一定规模的石英脉,通过低阻的特征可以识别断裂破碎带,通过断裂带的识别追索其控制的矿体。此外,结合地质测量成果,根据地表岩石的分布情况还能够对岩性界面进行识别,有利于各类岩性的空间展布的推断。

岩性	数量	电阻率($\Omega \cdot m$)		极化率(%)	
		范围	平均	范围	平均
粉砂岩	10	109.6~563.2	326.4	1.17~3.0	1.92
泥质灰岩	14	123.6~3150	789.6	0.97~2.83	1.45
凝灰岩	10	3120.1~8263.2	5871.2	0.40~1.67	1.19
石英脉	9	1547.4~10605.0	4858.3	0.4~0.73	0.63
英安岩	5	4332.1~15235	6097.5	0.45~2.21	1.47

表 1 马扎拉矿区出露的各类岩石的电性参数测量统计表

(3) 电性特征与地质解译

在 AMT1-RP3 物探剖面的视电阻率曲线中,距剖面起点 250m 处(图 2a)有一 ρ_{sa} 与 ρ_{sb} 的反交点。其左侧 $\rho_{sa} < \rho_{sb}$, 右侧 $\rho_{sa} > \rho_{sb}$, 交点两翼张开幅度大,两侧曲线形态基本对称,推断为断层破碎带引起;其右侧 ρ_{sa} 和 ρ_{sb} 曲线闭合的面积大于左侧,推测该断裂沿测线向北倾斜。该剖面的视极化率曲线交点位置在 350m 处,交点左侧 $\eta_{sa} < \eta_{sb}$, 为反交点,反应低阻高极化体,指示该处可能为破碎带。该剖面上 AMT 获得的视电阻率断面图显示(图 2c),在 250m~350m 处有一个向北倾斜、延伸大于 500m 的低阻带,与视电阻率曲线和视极化率曲线推测低阻高极化体位置一致,由此获得了 F8 断裂在该剖面的视倾角约 25° 。这些结果与地质测量成果所填绘的 F8 断裂对应良好,表明该方法对于定位该矿区的断裂并推断其产状是有效的。

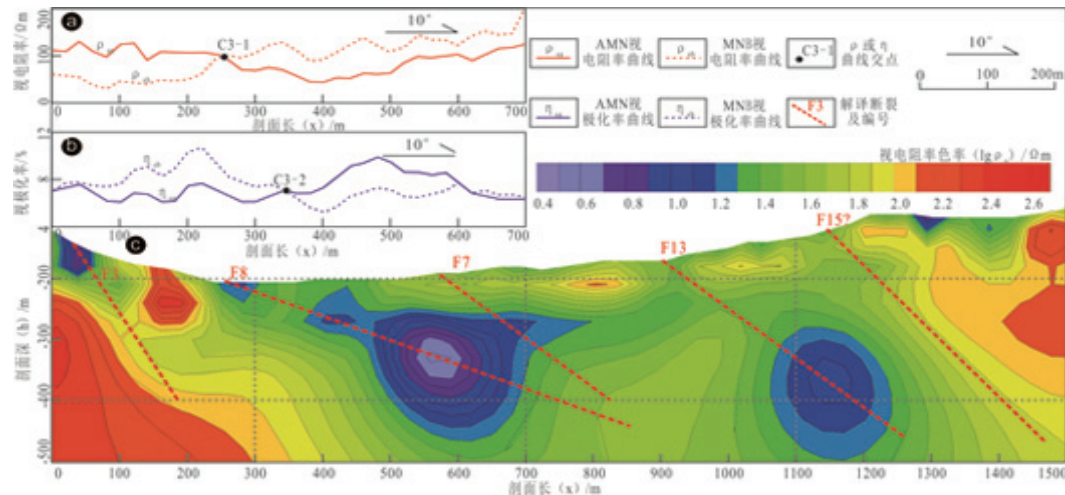


图 2 AMT1-RP3 物探综合剖面

a-RP3 剖面视电阻率曲线图;b-RP3 剖面视电阻率曲线图;c-AMT1 剖面视电阻率断面图

进一步根据该剖面地球物理测量获得的高低阻体分布状况和各自形态以及曲线交点, 结合物性测试成果和地质测量成果, 在该剖面上共解译出断裂 5 条(表 2), 其中仅 F15 有待后续验证。

表 2 AMT1-PR3 综合物探剖面解译断裂统计表

编号	位置	走向	倾向	视倾角	深部延伸	备注
F3	50m	近东西	北	30°	>300m	地质测量和探矿工程已证实存在
F8	250m~350m	北西南东	北	25°	>500m	地质测量已证实存在
F7	600m	近东西	北	40°	>500m	地质测量和探矿工程已证实存在
F13	950m	近东西	北	50°	>500m	地质测量和探矿工程已证实存在
F15	1 200m	近东西	北	57°	>700m	隐伏新发现, 有待工作验证

该地球物理测量剖面解译成果中值得注意的是 F3 和 F7 断裂。F3 断裂位于早年普查工作圈定的南倾III号矿群中。该矿群中的矿体由脉状矿石组成, 辉锑矿呈星点状-团块状分布于石英-方解石脉中; 脉体产状 170°~185° ∠40°~62°。单纯以脉体产状代表的断裂产状为南倾, 并不与物探解译和地质测量所获得的断裂产状一致。在视电阻率断面图(图 2c)中, F3 下盘-210m 以深为一未见底高阻体, 根据地表在约 150m 处出露夹英安岩的粉砂岩, 推测其下盘应为遮拉组英安岩。由此可见, F3 断裂应为一逆冲断裂, 也与地质情况最为符合。F7 断裂在矿区范围内基本为第四系掩盖, 化探工作显示应是一条重要的含矿断裂, 但露头证据匮乏, 地质测量中推断其为一将陆热组推覆于遮拉组之上的北倾逆冲断裂, 产状不明。在视电阻率断面图(图 2c)中推断的 F7 断裂应为北倾断裂, 剖面视倾角为 40°, 延伸大于 500m, 且与 F8 断裂有关的低阻体明显受到了 F7 断裂的影响, 于约 700m 处 280m 深度形态发生变化, 但更为深的部位依然受控于 F8 断裂, 暗示 F8 应是活动于 F7 之后。这与地质测量的成果一致。

4. 验证情况及结论

根据物探推断的视倾角, 结合地质测量确定的 F7 断裂走向, 获得该含矿断裂的产状为 20° ∠43°。依据该产状, 2015 年在 F7 断裂揭露出 I-1 矿体的探槽北侧 130m 处施工 180° ∠85° 的钻孔, 于 110°~113m 处探获矿体, 品位 Au 3.52×10⁻⁶, Sb 2.52×10⁻², 控制该矿体斜深 109m, 成为该矿区自 1999 年以来探获的首个斜深超 40m, 控制斜深达 100m 以上的矿体。此外, 在 AMT2-RP1 剖面, 钻探也探获了斜深 118m 的 Au 矿体。综合剖面测量与解译成果和验证情况, 马扎拉岩金矿适用于采用地球物理方法“间接找矿”, 即通过物探方法对含矿断裂进行定位和产状推断, 从而实现矿体预测, 可采用的方法为视电阻率联合剖面测量和音频大地电磁测深, 剖面布设需依据地质测量成果。